

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274062

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 7/40

(21)Application number : 2000-085788

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.03.2000

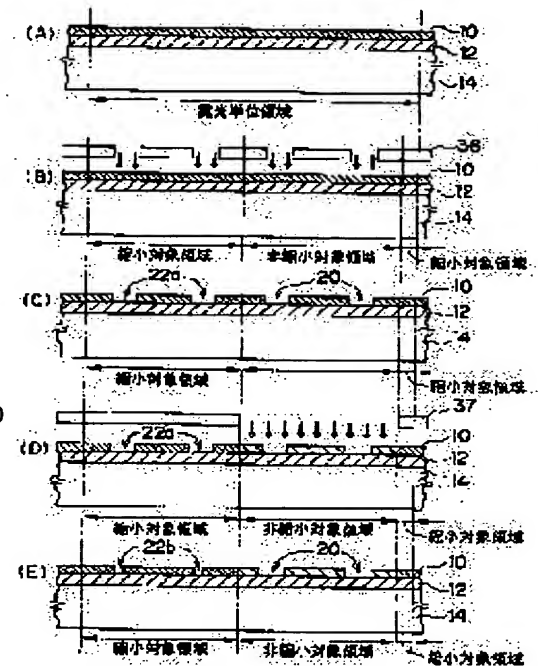
(72)Inventor : FURUKAWA TAKAMITSU

(54) FORMING METHOD OF RESIST PATTERN AND ALIGNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the forming method of a resist pattern, which can form a comparatively larger pattern which does not reach the limit of a resolution using a KrF exposure technique, and an extremely microscopic pattern which is under the limit of the resolution using the KrF exposure technique, simultaneously and favorably, and to provide an aligner which is used for this forming method.

SOLUTION: A circular pattern of a dimension made larger than a finally necessary pattern dimension to the rate of reduction and a circular pattern of the finally necessary pattern dimension are subjected to respectively pattern exposure simultaneously to a reduced object region on a resist film 10 (Figure 1 (A)), which is formed on the surface of an SiO₂ film 12 and consists of a TDUR-P015 film, and to a non-reduced object region on the film 10 with deep UV light of a wavelength of 248 nm (Figure 1 (B)), the exposure of the UV light of so a quantity that the heat resistance of the TDUR-P015 film constituting the film 10 is enhanced and a resist pattern (Figure 1 (C)) obtained by developing stops reducing is given to the non-reduced object region only on the resist-pattern (Figure 1 (D)) and the resist pattern is subjected to high-temperature baking treatment for 60 seconds at 135 degrees (Figure 1 (E)).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The formation approach of a resist pattern of performing BEKU processing at the temperature in which a resist carries out a flow after performing exposure which gives the 2nd light exposure which develops negatives, forms a resist pattern and adjusts the reduction percentage of a resist pattern to said resist pattern after performing pattern exposure which gives the 1st light exposure for forming a pattern in a front face to the resist of the workpiece to which the resist was applied.

[Claim 2] Said 2nd light exposure is the formation approach of the resist pattern according to claim 1 which is the light exposure more than the saturation light exposure of a resist.

[Claim 3] The pattern of the cutback object domain which makes a pattern reduce with the predetermined reduction percentage defined beforehand at the time of said pattern exposure, Expose the pattern of the non-reducing object domain used as the pattern as an exposure dimension, and the pattern of said cutback object domain is received. The formation approach of a resist pattern according to claim 1 of giving the 2nd light exposure corresponding to said predetermined reduction percentage, and giving the 3rd light exposure which a resist equips with resistance to the temperature at the time of said elevated-temperature BEKU processing to said non-reducing object domain.

[Claim 4] The formation approach of a resist pattern given in any 1 term of claim 1 to claim 3 which amends said 2nd light exposure for every predetermined field which said workpiece defined beforehand so that the distribution of errors of the reduction percentage produced according to the temperature-gradient distribution produced in

said workpiece at the time of said elevated-temperature BEKU processing may be offset.

[Claim 5] The formation approach of a resist pattern given in any 1 term of claim 1 to claim 3 which amends said 2nd light exposure for every predetermined field which said workpiece defined beforehand so that the distribution of errors of the reduction percentage of the pattern eventually formed in a workpiece may be offset.

[Claim 6] It is the formation approach of a resist pattern given in any 1 term of claim 1 to claim 5 said whose resist exposure is given by UV light and is a resist for UV light.

[Claim 7] After performing pattern exposure which gives the 1st light exposure for forming a pattern in a front face to the resist of the workpiece to which the resist was applied, After performing exposure which gives the 2nd light exposure which develops negatives, forms a resist pattern and adjusts the reduction percentage of a resist pattern to said resist pattern, The formation approach of a resist pattern of adjusting further the reduction percentage of the resist pattern at the time of elevated-temperature BEKU processing by adjusting BEKU processing temperature in case a resist performs BEKU processing at the temperature which carries out a flow.

[Claim 8] The aligner equipped with the filter which adjusted permeability so that it might become the 2nd light exposure corresponding to the predetermined reduction percentage beforehand defined for every predetermined field of said workpiece, while being prepared between the exposure optical system which irradiates the light of homogeneity reinforcement all over a workpiece, said exposure optical system, and said workpiece.

[Claim 9] Said filter is an aligner according to claim 8 with which permeability is amended for every predetermined field of said workpiece so that the distribution of errors of the reduction percentage produced according to the temperature-gradient distribution produced in said workpiece at the time of elevated-temperature BEKU processing may be offset.

[Claim 10] Said filter is an aligner according to claim 8 with which permeability is amended for every predetermined field of said workpiece so that the distribution of errors of the reduction percentage of the pattern eventually formed in a

workpiece may be offset.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the formation approach of a resist pattern, and an aligner, and relates to the formation approach of a resist pattern and aligner by the exposure technique using the KrF excimer laser in manufacture of a semiconductor integrated circuit as the light source especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to form a more detailed pattern in manufacture of a semiconductor integrated circuit conventionally, the KrF exposure technique using deep UV light with a wavelength [by the KrF excimer laser] of 248nm is becoming in use as an exposure light. Formation of an about 0.2-micrometer pattern is attained with this KrF exposure technique.

[0003] A resist pattern is made to reduce like making the bore of the hole pattern which, and was formed in the resist reduce to JP,11-119443,A, and the technique of obtaining a more detailed pattern about 0.2 micrometers or less is indicated. [in such a KrF exposure technique] [after formation of a resist pattern] [temperature higher than usual BEKU aiming at clearance of a residual solvent and residual moisture] According to this technique, it is possible to form the pattern about 0.1 micrometers or less exceeding the resolution limit in a KrF exposure technique.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, the approach indicated by above-mentioned JP,11-119443,A -- **** below the resolution limit of a KrF exposure technique -- although it is suitable to form a detailed pattern, about the comparatively big pattern which does not reach the resolution limit of a KrF exposure technique, the pattern after BEKU may deteriorate and it is not desirable.

[0005] For example, if BEKU [a hole (contact pattern) with a diameter of about 0.25 micrometers and a hole (contact pattern) with a diameter of about 0.5 micrometers are formed in a resist and / about 135 degrees C] for 60 seconds as shown in drawing 10 (A) Although only a path dimension reduces a side attachment wall, without deforming and a hole with a diameter of

about 0.1 micrometers is formed in a hole (contact pattern) with a diameter of about 0.25 micrometers as shown in drawing 10 (B) In a hole (contact pattern) with a diameter of about 0.5 micrometers, is the resist side attachment wall which forms a pattern ***** of a hole, and it curves, and the shortest diameter serves as a hole which is 0.35 micrometers and which deformed.

[0006] If the hole of such a configuration is used as a mask in a next etching process, since it can delete gradually the part which is equivalent to convex top-most vertices with etching of the lower layer processed film, the diameter of a hole will expand it as a result. it -- in addition, a resist side attachment wall -- ***** of a hole -- **** -- it is the curved configuration, and since the shortest diameter is 0.35 micrometers, the hole of a diameter quite larger [the diameter by the side of the base of the hole which carries out a plane of composition to the processed film is larger than 0.35 micrometers and] when it also takes into consideration that some can be further scooped out in a border area at the time of etching than the diameter made into the object will be formed in the processed film. This inclination is remarkable if the dimension of the resist pattern in front of BEKU becomes larger than 0.5 micrometers especially.

[0007] **** below the resolution limit of the comparatively big pattern and the KrF exposure technique which this invention does not reach the resolution limit of a KrF exposure technique from the above thing -- it aims at offering the formation approach of the resist pattern which can form a detailed pattern good simultaneously.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, after performing pattern exposure which gives the 1st light exposure for the formation approach of the resist pattern invention of claim 1 to form a pattern in a front face to the resist of the workpiece to which the resist was applied, negatives are developed, a resist pattern is formed, and after performing exposure which gives the 2nd light exposure which adjusts the reduction percentage of a resist pattern to said resist pattern, a resist performs BEKU processing at the temperature which carries out a flow.

[0009] That is, the thermal resistance of a resist changes by performing exposure which gives the 2nd light exposure to the resist pattern formed on the workpiece. The thermal resistance of a resist

is a factor which influences the reduction percentage of the resist pattern at the time of elevated-temperature BEKU processing, and reduction percentage becomes small, so that the thermal resistance of a resist is high. Since the thermal resistance of this resist changes according to the 2nd light exposure, in invention of claim 1, the reduction percentage of the resist pattern at the time of elevated-temperature BEKU processing is adjusted by adjusting the 2nd light exposure.

[0010] That is, it asks for the thermal resistance of a resist in case the reduction percentage of a resist pattern turns into predetermined reduction percentage defined beforehand, and by giving a part for the light exposure used as this thermal resistance as the 2nd light exposure, the reduction percentage of a resist pattern is adjusted and a resist pattern can be reduced to a desired dimension.

[0011] This 2nd light exposure is given to the resist pattern of a cutback object domain, adjusts the reduction percentage of a resist pattern, to make a resist pattern reduce to a desired dimension, conversely, can give the 2nd light exposure to the resist pattern of a non-reducing object domain, and it not only controls, but it can control it to suppress the cutback of a resist pattern.

[0012] In this case, since a resist comes to be equipped with sufficient resistance to the temperature at the time of elevated-temperature BEKU processing like by [which were indicated to claim 2] making said 2nd light exposure into the light exposure more than the saturation light exposure of a resist, it can adjust so that the dimension of said resist pattern may not change. In this case, since it is satisfactory even if there is too much light exposure, there is an advantage that adjustment of light exposure becomes comparatively easy.

[0013] Moreover, invention according to claim 3 is set to the formation approach of a resist pattern according to claim 1. The pattern of the cutback object domain which makes a pattern reduce with the predetermined reduction percentage defined beforehand at the time of said pattern exposure, Expose the pattern of the non-reducing object domain used as the pattern as an exposure dimension, and the pattern of said cutback object domain is received. The 2nd light exposure corresponding to said predetermined reduction percentage is given, and the 3rd light exposure

which a resist equips with resistance to the temperature at the time of said elevated-temperature BEKU processing is given to said non-reducing object domain.

[0014] For example, since the 2nd contact hole can be formed by patterning by pattern exposure, it is not necessary to make it reduce by elevated-temperature BEKU processing, although it is necessary to make the 1st contact hole reduce by elevated-temperature BEKU processing when forming the contact hole of a different path dimension like the 1st contact hole of the dimension below the resolution limit of an aligner, and the 2nd contact hole of the dimension which can be formed by exposure.

[0015] Therefore, the 1st contact hole formation field (cutback object domain) which has the need of making it reducing, in pattern exposure in invention of claim 3 The 2nd contact hole formation field (non-reducing object domain) which exposes the contact hole pattern of the dimension determined according to reduction percentage, and does not have the need of making it reducing Expose the contact hole pattern of a required dimension eventually, and the 2nd light exposure adjusted so that it might reduce with the predetermined reduction percentage beforehand defined to the 1st contact hole formation field (cutback object domain) is given. As opposed to the 2nd contact hole formation field (non-reducing object domain) By giving the 3rd light exposure which a resist equips with resistance to the temperature at the time of said elevated-temperature BEKU processing, it adjusts so that the contact hole pattern formed in the 2nd contact hole formation field (non-reducing object domain) may not contract at the time of said elevated-temperature BEKU processing.

[0016] It can form without degrading the pattern of the comparatively big dimension which is easy to cause pattern degradation at the time of elevated-temperature BEKU forming simultaneously the pattern of the dimension which can be formed by this by very minute pattern and exposure of the dimension below the resolution limit which cannot be formed by exposure good. Therefore, the pattern of a different dimension can be formed, without causing pattern degradation.

[0017] By the way, the skin temperature difference of the workpiece laid on a BEKU plate may arise according to the skin temperature difference produced on a BEKU plate at the time

of elevated-temperature BEKU. the temperature produced in said workpiece in invention of claim 4 at the time of said elevated-temperature BEKU processing since the reduction percentage of the resist pattern formed on the workpiece varies according to this skin temperature difference -- difference -- said 2nd light exposure is amended for every predetermined field which said workpiece defined beforehand so that the distribution of errors of the reduction percentage produced according to cloth may be offset.

[0018] That is, since it becomes smaller than the amount which the amount by which, as for the field which the amount of cutbacks becomes large since it becomes larger than the amount which the amount by which, as for the field which becomes higher than laying temperature, a part resist pattern with temperature higher than laying temperature becomes bored makes the object, and becomes conversely lower than laying temperature, a part resist pattern with temperature lower than laying temperature becomes bored makes the object, the amount of cutbacks becomes small.

[0019] Therefore, by amending so that the 2nd light exposure may be made [many] according to a temperature gradient, since the amount of cutbacks of a resist becomes large at an excess, the field which becomes higher than laying temperature is adjusted so that it may become the amount of cutbacks which sets thermal resistance of a resist as raising and the object. On the contrary, by amending the 2nd light exposure few according to a temperature gradient, since the amount of cutbacks of a resist becomes inadequate, the field which becomes lower than laying temperature is adjusted so that it may become the amount of cutbacks which sets thermal resistance of a resist as lowering and the object.

[0020] Thus, in the resist pattern after elevated-temperature BEKU, the pattern set as the same reduction percentage can be formed with the same reduction percentage by amending for every predetermined field which set the 2nd light exposure beforehand that the distribution of errors of the reduction percentage produced at the time of said elevated-temperature BEKU processing is offset.

[0021] Moreover, the reduction percentage of the resist pattern on the workpiece obtained eventually may vary according to the factor in the various processes which constitute manufacture

processes, such as etching processing etched using the formed pattern as a mask. Therefore, in invention of claim 5, said 2nd light exposure is amended for every predetermined field which said workpiece defined beforehand so that the distribution of errors of the reduction percentage of the pattern which originates in total of the factor in the various processes which constitute a manufacture process, and is eventually formed in a workpiece may be offset.

[0022] Namely, the variation of the reduction percentage which originates in the skin temperature difference of the workpiece produced at the time of elevated-temperature BEKU in invention of claim 5, The variation in the partial deformation dimension error of the pattern dimension resulting from the progress condition of etching differing selectively at the time of etching etc., The 2nd light exposure can be amended and the pattern set as the same reduction percentage in the pattern side formed on the workpiece obtained eventually can be formed with the almost same reduction percentage so that the dimension error produced through the manufacture process may be offset.

[0023] In addition, it may be made to perform amendment of the 2nd light exposure in above-mentioned claim 4 and claim 5 by adding the amount of amendments to the 2nd light exposure at the time of said 2nd exposure, and after giving the 2nd light exposure, you may make it give independently the light exposure of the part equivalent to the amount of amendments.

[0024] In addition, as indicated to claim 6, the formation approach of the resist pattern of this invention is effective especially when resists for UV light, such as POJIREJISUTO for KrF, are used as a resist, using UV light, such as deep UV light with a wavelength [by the KrF excimer laser] of 248nm, as an exposure light.

[0025] Since the reduction percentage of a resist changes also with the temperature at the time of elevated-temperature BEKU, moreover, in invention of claim 7 After performing pattern exposure which gives the 1st light exposure for forming a pattern in a front face to the resist of the workpiece to which the resist was applied, After performing exposure which gives the 2nd light exposure which develops negatives, forms a resist pattern and adjusts the reduction percentage of a resist pattern to said resist pattern, In case a resist performs BEKU processing at the temperature which carries out a

flow, the reduction percentage of the resist pattern at the time of elevated-temperature BEKU processing is further adjusted by adjusting BEKU processing temperature.

[0026] Thus, it becomes possible by adjusting the 2nd light exposure and BEKU processing temperature to adjust the reduction percentage of a resist pattern still more finely. In addition, also in claim 7, pattern exposure and the 2nd light exposure may be controlled, respectively like invention indicated from above-mentioned claim 2 to claim 6.

[0027] Moreover, although a stepper etc. can perform serially the formation approach of a resist pattern according to claim 7 using an aligner from above-mentioned claim 1 As indicated to claim 8, while being prepared between the exposure optical system which irradiates the light of homogeneity reinforcement all over a workpiece, said exposure optical system, and said workpiece It can carry out using the package aligner of the complete exposure mold equipped with the filter which adjusted permeability so that it might become the 2nd light exposure corresponding to the predetermined reduction percentage beforehand defined for every predetermined field of said workpiece.

[0028] Since according to the aligner of this configuration all patterns can be simultaneously exposed by one exposure so that it may become desired reduction percentage, throughput nature is good and desirable. Moreover, there is also an advantage that it is the comparatively easy configuration that exposure doubled with required light exposure for every field each time can be performed only by exchanging filters. In addition, since the package aligner used from the former is diverted to some other purpose and the aligner of claim 8 can be constituted, it is stopped in facility cost and low and is desirable.

[0029] Moreover, when amending for every predetermined field which set the 2nd light exposure beforehand that the distribution of errors of the reduction percentage produced like claim 4 at the time of said elevated-temperature BEKU processing is offset, a filter As indicated to claim 9, permeability shall be easy to be amended so that it may become the light exposure against which the distribution of errors of the reduction percentage produced according to the temperature-gradient distribution produced in said workpiece at the time of elevated-temperature BEKU processing is set off

for every predetermined field of said workpiece.

[0030] Moreover, a filter so that the distribution of errors of the reduction percentage of the pattern eventually formed in a workpiece like claim 5 may be offset When amending said 2nd light exposure for every predetermined field which said workpiece defined beforehand As indicated to claim 10, it is good to amend permeability so that it may become the light exposure against which the distribution of errors of the reduction percentage of the pattern eventually formed in a workpiece for every predetermined field of said workpiece is set off.

[0031]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to drawing 4, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail from drawing 1. KrF excimer laser is used for the gestalt of this operation as the light source, and when forming a contact pattern in a resist, using as a resist TDUR-P015 (trade name; TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD. make) which is a kind of the resist for UV and is chemistry magnification mold POJIREJISUTO for KrF, it applies the formation approach of the resist pattern of this invention, and an aligner.

[0032] (Gestalt of the 1st operation) First, as shown in drawing 1 (A), silicon oxide (SiO₂ film) 12 is formed in the front face of a wafer substrate as processed film used as the object for etching, and on the front face of this SiO₂ film 12, thickness applies TDUR-P015 so that it may be set to about 1.0 micrometers, and uses it as the resist film 10.

[0033] Next, for every exposure unit field, deep UV light with a wavelength of 248nm performs pattern exposure, as shown in drawing 1 (B) using the stepper (serial aligner; the drawing 2 reference / detail is mentioned later) 30 of a configuration as shown in drawing 2. At this time, the dimension eventually enlarged from the required pattern dimension according to reduction percentage to the cutback object domain, for example, an about 0.25-micrometer circular pattern, is exposed by the resist film 10, and the required dimension, for example, an about 0.35-micrometer circular pattern, is eventually exposed in the non-reducing object domain.

[0034] Moreover, the light exposure given to the resist film 10 at this time is about two 20 mJ/cm, and this light exposure is sufficient light exposure (namely, the 1st light exposure) for the resist film 10 to carry out pattern formation after

development. In addition, in drawing 1 (B), as the 1st reticle 36 has been arranged above a wafer for explanation, it is illustrating, but actually, the 1st reticle 36 is arranged between a projection optical system 34 and the cutback optical system 38, as shown in below-mentioned drawing 2.

[0035] Here, the stepper 30 who uses for exposure is briefly explained with reference to drawing 2. This stepper 30 divides roughly and consists of the KrF excimer laser 32, a projection optical system 34, the 1st reticle 36, cutback optical system 38, X-Y stage 40, and a control section 42.

[0036] The KrF excimer laser 32 irradiates deep UV light with a wavelength of 248nm by uniform reinforcement. UV light from the KrF excimer laser 32 leads a projection optical system 34 to the appearance irradiated by the 1st reticle 36. In addition, although one lens expresses the projection optical system 34 in drawing 2, you may constitute not only from one but from two or more lenses.

[0037] The circuit pattern is formed, with the gestalt of this operation, the contact pattern of a cutback object domain is formed in the 1st reticle 36 as a contact pattern of the dimension eventually enlarged according to reduction percentage from the required dimension, and the pattern of a non-reducing object domain is eventually formed in it as a contact pattern of a required dimension. This 1st reticle 36 is exchangeable, and with the gestalt of this operation, although mentioned later, it uses the 2nd reticle 37 for the 2nd exposure at the time of the 2nd exposure.

[0038] The cutback optical system 38 irradiates the wafer which reduced UV light which passed the 1st reticle 36 so that it might become an exposure unit field dimension, and was laid on X-Y stage 40. X-Y stage 40 is movable to the 2-way a 2-way and the direction of X and the direction of Y cross at right angles, and moves to it based on the directions from a control section 42. If there are directions that the exposure to the exposure unit field which is carrying out current exposure from the control section 42 ended this migration, an exposure unit field will be performed as a transfer unit so that UV light from the KrF excimer laser 32 may be irradiated by the next exposure unit field. A control section 42 performs migration control of X-Y stage 40 based on the positional information from the location detection sensor which does not adjust and illustrate the irradiation time of UV light by

performing on-off control of the KrF excimer laser 32.

[0039] By the stepper 30 of such a configuration, after all pattern exposure to each exposure unit field of a wafer 14 is completed, a wafer 14 is removed from a stepper 30, and a resist is developed in an alkali water solution. As the resist of the exposed field is removed by this and it is shown in drawing 1 (C), contact pattern 22a with a diameter of about 0.25 micrometers which is the dimension eventually enlarged according to reduction percentage from the required pattern dimension is formed in a cutback object domain, and the contact pattern 20 with a diameter of about 0.35 micrometers which is a required dimension eventually is formed in a non-reducing object domain.

[0040] Next, the wafer 14 after development is again set to the above-mentioned stepper 30, the 2nd reticle 37 in which the pattern was formed is set instead of the 1st reticle 36 so that UV light may be irradiated by only the non-reducing object domain, and as shown in drawing 1 (D), it exposes by UV light. Here, let UV light exposure at this time, i.e., 2nd UV light exposure, be the amount which the thermal resistance of TDUR-P015 which constitutes the resist film 10 will improve like two or more 3.3 mJ/cm, and a resist pattern will not reduce.

[0041] After exposure termination, a wafer 14 is removed from a stepper 30 (refer to drawing 2), and elevated-temperature BEKU processing in 135-degree-C 60 seconds is performed. By this elevated-temperature BEKU processing, as shown in drawing 1 (E), it reduces and contact pattern 22a with a diameter [said] of about 0.25 micrometers formed in the cutback object domain where the 2nd light exposure is not given is set to contact pattern 22b with a diameter of about 0.1 micrometers. Moreover, the pattern formed in the non-reducing object domain where the 2nd light exposure was given is still the contact pattern 20 with a diameter of 0.35 micrometers, without reducing. Since the 2nd light exposure which has sufficient thermal resistance to the temperature at the time of elevated-temperature BEKU processing in 135-degree-C 60 seconds is given to the resist pattern of a non-reducing object domain, the pattern of the dimension as pattern exposure is obtained mostly.

[0042] That is, as TDUR-P015 used as a resist with the gestalt of operation of **** 1 is shown in the graph which each point of drawing 3 described

by the rhombus, the path dimension after elevated-temperature BEKU processing in 135-degree-C 60 seconds changes with amounts of the 2nd light exposure. That is, since it comes to have sufficient thermal resistance to the temperature at the time of elevated-temperature BEKU processing in 135-degree-C 60 seconds when the 2nd light exposure serves as 2 or more-about 3.3 mJ/cm, the path dimension of a circular pattern becomes almost the same as the path dimension (value of the location which the triangle described in drawing 3) of the circular pattern in the usual process acquired by usually carrying out BEKU processing in 90-degree-C 60 seconds, without performing the 2nd exposure.

[0043] On the other hand, since sensitization is inadequate [thermal resistance] from about two 3.3 mJ/cm to the temperature at the time of elevated-temperature BEKU processing for it to be a small amount. That is, the 2nd light exposure becomes almost the same as the path dimension (value of the location which the square described in drawing 3) of the circular pattern in the process acquired by carrying out elevated-temperature BEKU processing in 135-degree-C 60 seconds, without giving the 2nd light exposure as it is about two two or more 0 mJ/cm². 2.7 mJ/cm. Moreover, also in the path dimension of the circular pattern which reduction percentage becomes small and is obtained eventually, the 2nd light exposure becomes large in proportion to the magnitude of the 2nd light exposure given almost-like [proportionally], in order that thermal resistance may go up almost-like [proportionally] from about two 2.7 mJ/cm before about two 3.3 mJ/cm.

[0044] moreover, the field where the 2nd light exposure is comparatively big -- giving -- **** -- it is not necessary to give the 2nd light exposure using the aligner of high resolution like the stepper 30 grade used at the time of pattern exposure that things should just be made. Therefore, aligner with a comparatively another low resolution with the another stepper 30 who performed pattern exposure can perform 2nd exposure.

[0045] That is, at a present stage, since the aligner equipped with KrF excimer laser is the newest aligner, it is in the inclination for quantity to be limited from points, such as facility cost. Therefore, the rate of movable becomes high most. Using the aligner with which pattern exposure

was equipped with KrF excimer laser, by giving the 2nd light exposure using the aligner of other models with the low rate of movable, the load to an aligner with the high rate of movable is mitigated, and it becomes possible from this to process efficiently.

[0046] In addition, you may differ from the light in pattern exposure that what is necessary is just what irradiates the light which a resist exposes as the light source of the aligner used at this time. For example, since above-mentioned TDUR-P015 is exposed also by i line, it can also give the 2nd light exposure with the aligner which irradiates i line. Moreover, the light of a broadband including not the single wavelength light source used by pattern exposure but the single wavelength region used by pattern exposure may be irradiated.

[0047] In addition, although the gestalt of this operation explained the case where TDUR-P015 was used as construction material which constitutes the resist film 10 If it is the resist of the property whose thermal resistance improves by giving the 2nd light exposure Not only in TDUR-P015, for example, TDUR-P007 (trade name; TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD. make), The resist of other classes, such as TDUR-P442 (trade name; TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD. make), SEPR402R (trade name; Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. make), and DX3200P (trade name; made in Clariant Japan, Inc.), can be used.

[0048] Of course, what is necessary is just to adjust so that it may become optimal UV light exposure based on the relation between UV light exposure and reduction percentage respectively since the reduction percentage of the pattern corresponding to the 2nd light exposure changes with classes of resist to be used.

[0049] Thus, according to the gestalt of operation of **** 1, it can form simultaneously, without being about 0.2 micrometers or less in the contact pattern of a different path dimension, for example, diameter, and a pattern deteriorating the contact pattern of the dimension which can be enough formed by exposure like the contact pattern to the diameter of about 0.05 micrometers more greatly than the resolution limit like the contact pattern of the small dimension below the resolution limit, and a contact pattern with a diameter of about 0.2 micrometers or more.

[0050] (Gestalt of the 2nd operation) As mentioned above by explanation of drawing 3, TDUR-P015 used as a resist with the gestalt of

operation of **** 1 The path dimension of the circular pattern which reduction percentage becomes [as opposed to / in order that thermal resistance may go up almost-like / before about two 3.3 mJ/cm from about two 2.7 mJ/cm / proportionally / the 2nd light exposure / the 2nd light exposure] small almost-like [proportionally], and is obtained eventually also becomes large in proportion to the magnitude of the 2nd light exposure.

[0051] With the gestalt of operation of **** 2, in the gestalt of implementation of the above 1st, after giving the 2nd light exposure, UV light light exposure below the light exposure whose thermal resistance is more than UV light light exposure from which thermal resistance begins to change, and improves thoroughly all over a wafer substrate, for example, the 3rd light exposure from about two 2.7 mJ/cm to about two 3.3 mJ/cm, is given.

[0052] This 3rd light exposure is giving to the resist of the cutback object domain where the 2nd light exposure's is not given, and adjusts finely the reduction percentage in elevated-temperature BEKU processing. That is, since the thermal resistance of the resist of the cutback object domain in elevated-temperature BEKU processing temperature changes by controlling the 3rd light exposure between about two 2.7 mJ/cm and about two 3.3 mJ/cm, it is possible to adjust finely the reduction percentage of the contact pattern in the cutback object domain after elevated-temperature BEKU processing.

[0053] In addition, since the 2nd light exposure is given so that a pattern may not contract at the time of elevated-temperature BEKU processing, a non-reducing object domain does not have a change, unless a pattern contracts at the time of elevated-temperature BEKU processing, even if the 3rd light exposure is given. Therefore, it is not necessary to give the 3rd light exposure using the reticle by which pattern formation was carried out so that a non-reducing object domain might be covered.

[0054] Moreover, as the 3rd light exposure is shown in drawing 3, the relation between the light exposure of UV light, the dimension obtained eventually, or the reduction percentage of a pattern is investigated beforehand, and it determines to become a required pattern dimension eventually based on the obtained relation.

[0055] Here, after giving the 3rd about two 2.8

mJ/cm light exposure to a resist pattern, elevated-temperature BEKU processing in 135-degree-C 60 seconds was performed, for example. Although the pattern formed in the non-reducing object domain serves as as [the contact pattern 20 with a diameter of about 0.35 micrometers] by this elevated-temperature BEKU processing, without reducing, as for a decrease, in a contact pattern with a diameter of about 0.25 micrometers formed in the cutback object domain, as compared with the gestalt of implementation of the above 1st, the amount of cutbacks serves as a contact pattern with a diameter of about 0.15 micrometers a little. In addition, since others are the same as that of the gestalt of implementation of the above 1st, explanation is omitted.

[0056] Thus, it not only can form the contact pattern of a different path dimension, the contact pattern of a dimension with below [especially small] the resolution limit, and the contact pattern of the big dimension which does not reach the resolution limit good, but according to the gestalt of operation of **** 2, it can form them in a desired dimension certainly, without a pattern deteriorating.

[0057] (Gestalt of the 3rd operation) An about **5-degree C temperature gradient may arise selectively in the wafer side which partial temperature unevenness arose on the BEKU plate, and was laid on the BEKU plate at the time of elevated-temperature BEKU processing. Since it changes sharply in [of 130 to 135 degrees C of the reduction percentage of the resist pattern at the time of elevated-temperature BEKU processing] 5 degrees C as shown in drawing 4, as reduction percentage also changes the same pattern substantially in elevated-temperature BEKU processing at 135 degrees C depending on the location within a wafer side and it is shown in drawing 5, the diameter dimension of the contact pattern obtained eventually may vary with the location within a wafer side.

[0058] Therefore, with the gestalt of the 3rd operation, the temperature-gradient distribution produced in the wafer side at the time of elevated-temperature BEKU processing as shown in drawing 5 is searched for beforehand, and the light exposure given for every unit field is amended so that the error of the reduction percentage produced based on temperature-gradient distribution as shown in drawing 4 may be offset.

[0059] That is, as shown in drawing 6 (A), at 135 degrees C, the part to reduce [more] than the amount of cutbacks made into the object in the wafer side after 60-second elevated-temperature BEKU processing termination exists, and the field (a coarse shadow area, a fine shadow area, and black painting part) which becomes smaller than the dimension designed selectively is formed. In addition, in drawing 6 (A), reduction percentage becomes large at the order of a coarse shadow area, a fine shadow area, and a black painting part, and the diameter of a contact pattern formed is small in order of the coarse shadow area, the fine shadow area, and the black painting part.

[0060] Therefore, before elevated-temperature BEKU processing, as shown in drawing 6 (B), exposure for amendment is performed. Exposure at this time is performed for every unit exposure field, and amendment light exposure is made [many] at the order of a coarse shadow area, a fine shadow area, and a black painting part so that it may correspond to drawing 6 (A). The amount of amendments at this time is determined based on the amount of fluctuation of error temperature and reduction percentage to the elevated-temperature baking temperature of that field. In addition, since the field shown with the white ground does not have the need for amendment, exposure processing for amendment is not performed.

[0061] Thereby, as shown in drawing 6 (C) after elevated-temperature BEKU processing termination, the amount of dimension cutbacks becomes almost uniform in one wafer side, and two or more patterns as a module are mostly obtained in one wafer side. In addition, exposure for this amendment may be performed before pattern exposure, and you may carry out after contact pattern formation.

[0062] In addition, although the thickness variation of each film which carried out laminating formation etc. is mentioned as a dispersion factor produced in a wafer side on [other than dispersion in elevated-temperature BEKU processing temperature] a wafer If it asks for the relation between the location on the wafer based on the dispersion factor of others, such as thickness variation of each film, and reduction percentage beforehand, it is able to make it for the amount of dimension cutbacks to become almost uniform in one wafer side like the above.

[0063] Thus, with the gestalt of the 3rd operation,

since light exposure is amended according to the various dispersion factors produced in a wafer side, the reduction percentage of the pattern within the wafer side after elevated-temperature BEKU processing can be mostly arranged with homogeneity, and the dimension homogeneity of a pattern can be raised.

[0064] (Gestalt of the 4th operation) The gestalt of the 4th operation is application of the gestalt of implementation of the above 3rd, and the package aligner of a configuration of that the above-mentioned amendment is shown in drawing 7 performs it. The package aligner of a configuration of being shown in drawing 7 is divided roughly, and consists of the KrF excimer laser 32, a projection optical system 34, a filter 44, and a stage 48.

[0065] The KrF excimer laser 32 irradiates deep UV light with a wavelength of 248nm by uniform reinforcement. UV light from the KrF excimer laser 32 leads a projection optical system 34 to the appearance irradiated by the filter 44. In addition, although one lens expresses the projection optical system 34 in drawing 7, you may constitute not only from one but from two or more lenses.

[0066] Permeability is adjusted for every unit field smaller than the unit field in which a filter 44 forms one chip. That is, as shown in drawing 8 (A), at 135 degrees C, the part to reduce [more] than the amount of cutbacks made into the object in the wafer side after 60-second elevated-temperature BEKU processing termination exists, and the field (a coarse shadow area, a fine shadow area, and black painting part) which becomes smaller than a module selectively is formed. In addition, in drawing 8 (A), reduction percentage becomes large at the order of a coarse shadow area, a fine shadow area, and a black painting part.

[0067] Therefore, as shown in drawing 8 (B), the permeability of a filter 44 is enlarged in order of a coarse shadow area, a fine shadow area, and a black painting part. In addition, since the field shown with the white ground does not have the need for amendment, let it be a protection-from-light field.

[0068] Thus, by performing elevated-temperature BEKU processing for 60 seconds at 135 degrees C, after the filter 44 which adjusted permeability performs exposure for amendment, as shown in drawing 8 (C), the amount of dimension cutbacks becomes almost uniform in one wafer side, and two or more patterns as a module are mostly

obtained in one wafer side. In addition, exposure for this amendment may be performed before pattern exposure, and you may carry out after contact pattern formation.

[0069] Moreover, although considered as the configuration which uses the KrF excimer laser 32 as the light source in the package aligner of the gestalt of the 4th operation, as long as it is the light source which irradiates the light which not only the KrF excimer laser 32 but a resist exposes, you may differ from the light in pattern exposure. Of course, the light source which irradiates the light of a broadband including the single wavelength region used like the gestalt of implementation of the above 1st by the light source which irradiates i line, or pattern exposure can be used.

[0070] By using the package aligner of such a configuration, a throughput improves substantially. Of course, there is an advantage that neither the configuration of a package aligner nor the cost for manufacturing a package aligner since it is comparatively simple starts.

[0071] (Gestalt of the 5th operation) As the pattern dimension of SiO₂ film 12 (refer to drawing 1) obtained eventually again shows drawing 9 (B), it may vary greatly by the location in one wafer side. This originates in the factor in other processes, such as etching processing which etches SiO₂ lower layer film 12 (refer to drawing 1) by using the formed resist pattern as a mask.

[0072] Therefore, with the gestalt of the 5th operation, the light exposure given for every unit field is amended so that dimension dispersion in one wafer side acquired eventually may be offset.

[0073] For example, as shown at drawing 9 (A) in the wafer side after performing elevated-temperature BEKU processing without performing exposure for amending dispersion in the reduction percentage resulting from the temperature gradient in a BEKU plate The field (a coarse shadow area, a fine shadow area, and black painting part) which becomes smaller than a module selectively is formed. Furthermore, when SiO₂ lower layer film 12 is etched by using the formed resist pattern as a mask, suppose that dimension dispersion as shown in the dimension of SiO₂ pattern obtained eventually at drawing 9 (B) arises.

[0074] In this case, so that the cutback distribution after performing elevated-temperature BEKU processing may offset the final dimension dispersion distribution

shown in drawing 9 (B) So that dispersion distribution (drawing 9 (D)) of the reduction percentage within a wafer side may be determined and dispersion distribution of the reduction percentage resulting from the temperature gradient in the BEKU plate shown in drawing 9 (A) may turn into dispersion distribution of the reduction percentage shown in drawing 9 (D) The light exposure (drawing 9 (C)) for amending dispersion in reduction percentage is determined.

[0075] Thus, by adjusting the light exposure (drawing 9 (C)) for amending dispersion in reduction percentage, as shown in drawing 9 (E), the amount of dimension cutbacks becomes almost uniform in one wafer side after process termination, and two or more patterns as a module are mostly obtained in one wafer side. In addition, the stepper 30 who explained with the gestalt of the 1st operation of a **** may perform exposure for this amendment, and the package aligner of a configuration of that the gestalt of the 4th operation explained may be made to perform it.

[0076] In addition, although the gestalt of the 5th operation explained all the patterns to form as a contact pattern from the gestalt of implementation of the above 1st, of course, this invention can be applied also to the pattern of other classes like the resist pattern at the time of forming an embedding circuit pattern etc.

[0077] Although elevated-temperature BEKU processing temperature was made into 135 degrees C with the gestalt of the 5th operation from the gestalt of implementation of the above 1st, especially elevated-temperature BEKU processing temperature is not necessarily limited to this temperature, and can be suitably changed according to the class of resist etc. Moreover, it not only adjusts at least one side of the 2nd light exposure and the 3rd light exposure, but since the reduction percentage of a resist pattern can be adjusted also by adjusting elevated-temperature BEKU processing temperature, you may change elevated-temperature BEKU processing temperature for the purpose of control of the reduction percentage of a resist pattern. It is possible by controlling both adjustments of elevated-temperature BEKU processing temperature with one [at least] adjustment of the 2nd light exposure and the 3rd light exposure to adjust reduction percentage to a precision more.

[0078] Moreover, although the case where it

exposes with the gestalt of the 5th operation using a KrF excimer laser is explained from the gestalt of implementation of the above 1st, if the resist as which an activity is determined corresponding to the class of exposure light to be used has the property to change the thermal resistance to baking temperature according to the amount of sensitization, when exposing using an ArF excimer laser, it can apply, for example.

[0079] In addition, all the sizes of the contact pattern mentioned with the gestalt of the 5th operation from the gestalt of implementation of the above 1st are examples, and this invention is not limited to such sizes and can choose the size of a contact pattern suitably according to the object. Moreover, it cannot be overemphasized that it is the value to which all reduction percentage is also examples and a contact pattern is changed according to the class of resist to be used.

[0080]

[Effect of the Invention] As explained above, according to claim 1, claim 2, claim 3, and invention according to claim 6, the effectiveness that the resist pattern formed good is obtained without being able to form simultaneously both the pattern of the comparatively big dimension more than the resolution limit and the pattern of the detailed dimension below the resolution limit, and a configuration deteriorating is acquired.

[0081] Moreover, according to invention of claim 4, the effectiveness that the reduction percentage in one wafer side can be arranged almost similarly even when it originates in the heating condition of heating objects, such as a BEKU plate, etc. at the time of elevated-temperature BEKU processing and a temperature gradient arises in one wafer side is acquired.

[0082] Furthermore, according to invention of claim 5, the effectiveness that dimension dispersion produced in one wafer side according to other process factors other than elevated-temperature BEKU processing etc. can be amended, and the reduction percentage in one wafer side can be arranged almost similarly is acquired.

[0083] Moreover, according to invention of claim 7, the effectiveness that the reduction percentage of the pattern at the time of elevated-temperature BEKU can be adjusted more to a precision is acquired.

[0084] According to invention of claim 8 to claim 10, it is a comparatively easy configuration, and the cost for manufacturing an aligner not only

does not start, either, but since exposure for the 2nd exposure, the 3rd exposure, and amendment can be performed, the effectiveness that the load of an aligner with the high rate of movable which made KrF excimer laser the light source is mitigable is acquired.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is flow drawing showing the formation approach of the resist pattern of the gestalt operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view showing a stepper's outline configuration used with the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 3] It is the graph which shows relation with the contact pattern form after elevated-temperature BEKU processing in the 2nd light exposure, and 135-degree-C 60 seconds.

[Drawing 4] It is the graph which shows the relation between baking temperature and the diameter of a contact pattern obtained.

[Drawing 5] It is drawing showing the contact pattern dimension distribution which makes a wafer core a zero (0.0) and is produced in the rectangle field of 40mm around centering on a zero at the time of elevated-temperature BEKU processing.

[Drawing 6] (A) is drawing showing dimension distribution in the wafer side when carrying out elevated-temperature BEKU processing for 60 seconds at 135 degrees C, (B) is drawing showing distribution of the amendment light exposure in the wafer side determined based on drawing 6 (A), and drawing 6 (C) is drawing showing dimension distribution in the wafer side after carrying out elevated-temperature BEKU processing, after giving the amendment light exposure of drawing 6 (B).

[Drawing 7] It is the explanatory view showing the outline configuration of the package aligner used with the gestalt of the 4th operation.

[Drawing 8] (A) is drawing showing dimension distribution in the wafer side when carrying out elevated-temperature BEKU processing for 60 seconds at 135 degrees C, (B) is distribution of the permeability of the filter determined according to the amendment light exposure based on drawing 8 (A), and (C) is drawing showing dimension distribution in the wafer side after carrying out elevated-temperature BEKU processing, after

giving the amendment light exposure adjusted with the filter of drawing 8 (B).

[Drawing 9] Drawing 9 (A) is drawing showing dispersion distribution of the reduction percentage of the resist pattern resulting from the temperature gradient in a BEKU plate. (B) is drawing showing the dimension dispersion distribution produced in the wafer side after etching using the resist pattern of drawing 9 (A). (C) is drawing showing the amendment light exposure distribution adjusted so that dimension dispersion produced in the wafer side after etching might be abolished. (D) is drawing showing dispersion distribution of the reduction percentage of the resist pattern obtained by carrying out elevated temperature BEKU processing, after giving the amendment light exposure of drawing 9 (C), and (E) is drawing showing the dimension dispersion distribution produced in the wafer side after etching using the resist pattern of drawing 9 (D).

[Drawing 10] It is drawing explaining configuration degradation of the pattern at the time of forming simultaneously the contact pattern of the dimension below exposure resolution and the contact pattern of a bigger dimension than exposure resolution by the formation approach of the conventional resist pattern.

[Description of Notations]

10 Resist Film

12 SiO₂ Film

14 Wafer

20, 22a, 22b Contact pattern

30 Stepper

32 Excimer Laser

34 Projection Optical System

36 1st Reticle

37 2nd Reticle

38 Cutback Optical System

40 48 Stage

42 Control Section

44 Filter

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-274062

(P2001-274062A)

(43) 公開日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームト (参考)

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

5 2 1

2 H 0 9 6

G 0 3 F 7/20

5 2 1

7/40

5 F 0 4 6

7/40

H 0 1 L 21/30

5 7 1

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-85788 (P2000-85788)

(22) 出願日 平成12年3月27日 (2000.3.27)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 古川 貴光

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気

工業株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

Fターム (参考) 2H096 AA25 BA11 EA05 HA01

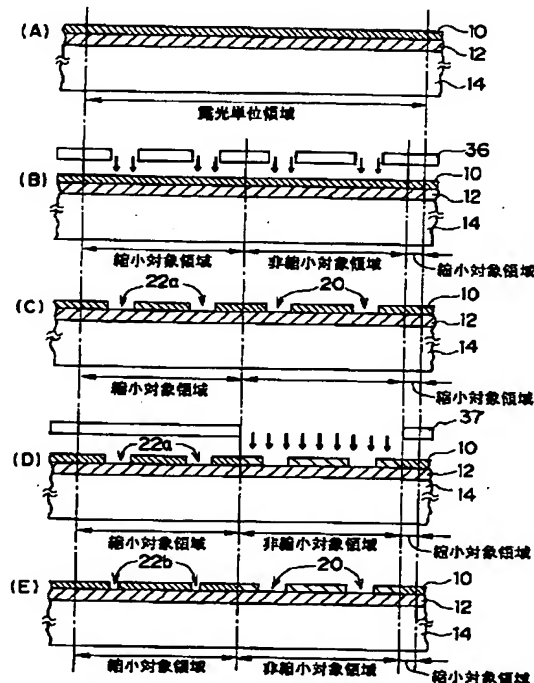
5F046 AA13 BA04 CA04

(54) 【発明の名称】 レジストパターンの形成方法及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 K r F 露光技術の解像限界に達しない比較的大きなパターンとK r F 露光技術の解像限界以下の極く微細なパターンを同時に良好に形成できるレジストパターンの形成方法及びこの方法に用いる露光装置を提供する。

【解決手段】 S i O₂膜12の表面に形成したT D U R - P 0 1 5よりなるレジスト膜10 (図1 (A)) に対し、波長248nmのディープUV光により、縮小対象領域に対しては最終的に必要なパターン寸法より縮小率に合わせて大きくした寸法の円形パターンと非縮小対象領域には最終的に必要な寸法の円形パターンを、同時にパターン露光し (図1 (B))、現像して得られたレジストパターン (図1 (C)) に対し、非縮小対象領域のみにレジスト膜10を構成するT D U R - P 0 1 5の耐熱性が向上してレジストパターンが縮小しなくなる量のUV光露光量を与え (図1 (D))、135度60秒の高温ベーク処理を施す (図1 (E))。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面にレジストが塗布された被加工物のレジストに対し、パターンを形成するための第1の露光量を与えるパターン露光を行った後、現像してレジストパターンを形成し、

前記レジストパターンにレジストパターンの縮小率を調整する第2の露光量を与える露光を行った後、レジストがフローする温度でベーク処理を行うレジストパターンの形成方法。

【請求項2】 前記第2の露光量はレジストの飽和露光量以上の露光量である請求項1に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項3】 前記パターン露光時に、予め定めた所定の縮小率でパターンを縮小させる縮小対象領域のパターンと、露光寸法通りのパターンとする非縮小対象領域のパターンを露光し、

前記縮小対象領域のパターンに対しては、前記所定の縮小率に対応した第2の露光量を与え、前記非縮小対象領域に対しては、前記高温ベーク処理時の温度に対してレジストが耐性を備える第3の露光量を与える請求項1に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項4】 前記高温ベーク処理時に前記被加工物に生じる温度差分布に応じて生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項5】 最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項6】 UV光によって露光を与え、前記レジストは、UV光用レジストである請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項7】 表面にレジストが塗布された被加工物のレジストに対し、パターンを形成するための第1の露光量を与えるパターン露光を行った後、現像してレジストパターンを形成し、

前記レジストパターンにレジストパターンの縮小率を調整する第2の露光量を与える露光を行った後、レジストがフローする温度でベーク処理を行う際に、ベーク処理温度を調整することにより、高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率をさらに調整するレジストパターンの形成方法。

【請求項8】 被加工物の全面に均一強度の光を照射する露光光学系と、

前記露光光学系と前記被加工物の間に設けられると共

に、前記被加工物の所定の領域ごとに予め定めた所定の

縮小率に対応した第2の露光量となるように透過率を調整したフィルタと、

を備えた露光装置。

【請求項9】 前記フィルタは、高温ベーク処理時に前記被加工物に生じる温度差分布に応じて生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の所定の領域ごとに透過率が補正されている請求項8に記載の露光装置。

【請求項10】 前記フィルタは、最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の所定の領域ごとに透過率が補正されている請求項8に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レジストパターンの形成方法及び露光装置に係り、特に、半導体集積回路の製造におけるKrFエキシマレーザを光源として用いた露光技術によるレジストパターンの形成方法及び露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体集積回路の製造にあたって、より微細なパターンを形成するために、露光光としてKrFエキシマレーザ光源による波長248nmのディープUV光を用いるKrF露光技術が主流となってきた。このKrF露光技術では、0.2μm程度のパターンの形成が可能となる。

【0003】特開平11-119443号公報には、このようなKrF露光技術において、レジストパターンの形成後に残留溶媒及び残留水分の除去を目的とした通常のベークよりも高い温度でベークしてレジストに形成したホールパターンの内径を縮小させる等のようにレジストパターンを縮小させ、0.2μm程度以下のより微細なパターンを得る技術が開示されている。この技術によれば、KrF露光技術での解像限界を越える0.1μm程度以下のパターンを形成することが可能である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平11-119443号公報に開示された方法は、KrF露光技術の解像限界以下の極く微細なパターンを形成するのに好適であるが、KrF露光技術の解像限界に達しない比較的大きなパターンについては、ベーク後のパターンが劣化することがあり、好ましくない。

【0005】例えば、図10(A)に示すように、レジストに直径0.25μm程度の孔（コンタクトパターン）と直径0.5μm程度の孔（コンタクトパターン）を形成して135℃程度で60秒間ベークすると、図10(B)に示すように、直径0.25μm程度の孔（コンタクトパターン）では側壁は変形せずに径寸法のみが縮小して直径0.1μm程度の孔が形成されるが、直径0.5μm程度の孔（コンタクトパターン）では、パタ

ーンを形成するレジスト側壁が孔の中心向かって湾曲して、最も短い直径が $0.35\mu\text{m}$ の変形した孔となる。

【0006】このような形状の孔は、後のエッチング工程においてマスクとして使用すると、下層の被加工膜のエッチングとともに凸状の頂点に相当する部分が徐々に削れるので、結果として孔の直径が拡大してしまう。それに加えて、レジスト側壁が孔の中心向かって湾曲した形状であり、最も短い直径が $0.35\mu\text{m}$ になっているので、被加工膜と接面する孔の底面側の直径は $0.35\mu\text{m}$ よりも大きく、さらにエッチング時に境界領域で多少えぐれることも考慮すると、目的とした直径よりもかなり大きい直径の孔が被加工膜に形成されてしまう。この傾向は、特に、ベーク前のレジストパターンの寸法が $0.5\mu\text{m}$ より大きくなると顕著である。

【0007】以上のことから、本発明は、KrF露光技術の解像限界に達しない比較的大きなパターンとKrF露光技術の解像限界以下の極く微細なパターンを同時に良好に形成できるレジストパターンの形成方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1の発明のレジストパターンの形成方法は、表面にレジストが塗布された被加工物のレジストに対し、パターンを形成するための第1の露光量を与えるパターン露光を行った後、現像してレジストパターンを形成し、前記レジストパターンにレジストパターンの縮小率を調整する第2の露光量を与える露光を行った後、レジストがフローする温度でベーク処理を行う。

【0009】すなわち、被加工物上に形成したレジストパターンに対し、第2の露光量を与える露光を行うことによりレジストの耐熱性が変化する。レジストの耐熱性は、高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率を左右する要因であり、レジストの耐熱性が高いほど縮小率は小さくなる。このレジストの耐熱性は第2の露光量に応じて変化するもので、請求項1の発明では、第2の露光量を調整することにより高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率を調整する。

【0010】すなわち、レジストパターンの縮小率が予め定めた所定の縮小率となるときレジストの耐熱性を求め、この耐熱性となる露光量分を第2の露光量として与えることによりレジストパターンの縮小率を調整し、所望の寸法にレジストパターンを縮小できる。

【0011】この第2の露光量は縮小対象領域のレジストパターンに与えてレジストパターンの縮小率を調整し、所望の寸法にレジストパターンを縮小させるように制御するだけでなく、逆に、非縮小対象領域のレジストパターンに第2の露光量を与えてレジストパターンの縮小を抑えるように制御することもできる。

【0012】この場合、請求項2に記載した様に、前記第2の露光量をレジストの飽和露光量以上の露光量とす

ることにより、高温ベーク処理時の温度に対して十分な耐性をレジストが備えるようになるので、前記レジストパターンの寸法が変わらないように調整できる。この場合、露光量が多すぎても問題ないので露光量の調整が比較的簡単になるという利点がある。

【0013】また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のレジストパターンの形成方法において、前記パターン露光時に、予め定めた所定の縮小率でパターンを縮小させる縮小対象領域のパターンと、露光寸法通りのパターンとする非縮小対象領域のパターンを露光し、前記縮小対象領域のパターンに対しては、前記所定の縮小率に対応した第2の露光量を与え、前記非縮小対象領域に対しては、前記高温ベーク処理時の温度に対してレジストが耐性を備える第3の露光量を与える。

【0014】例えば、露光装置の解像限界以下の寸法の第1のコンタクトホールと露光により形成可能な寸法の第2のコンタクトホールのように、異なる径寸法のコンタクトホールを形成する場合、第1のコンタクトホールは高温ベーク処理により縮小させる必要があるが、第2のコンタクトホールはパターン露光によるパターンニングで形成できるので、高温ベーク処理により縮小させる必要はない。

【0015】したがって、請求項3の発明では、パターン露光において、縮小させる必要のある第1のコンタクトホール形成領域(縮小対象領域)は、縮小率に応じて決定される寸法のコンタクトホールパターンを露光し、縮小させる必要のない第2のコンタクトホール形成領域(非縮小対象領域)は、最終的に必要な寸法のコンタクトホールパターンを露光し、第1のコンタクトホール形成領域(縮小対象領域)に対しては予め定めた所定の縮小率で縮小するように調整された第2の露光量を与え、第2のコンタクトホール形成領域(非縮小対象領域)に対しては、前記高温ベーク処理時の温度に対してレジストが耐性を備える第3の露光量を与えることにより第2のコンタクトホール形成領域(非縮小対象領域)に形成されたコンタクトホールパターンが前記高温ベーク処理時に縮小しないように調整する。

【0016】これにより、露光により形成できない解像限界以下の寸法の極微細なパターンと露光により形成可能な寸法のパターンを同時に良好に形成しつつ、高温ベーク時にパターン劣化を起こし易い比較的大きな寸法のパターンを劣化させることなく形成できる。したがって、異なる寸法のパターンをパターン劣化を起こすことなく形成できる。

【0017】ところで、高温ベーク時にベークプレートに生じる表面温度差によって、ベークプレート上に載置される被加工物の表面温度差が生じる場合がある。この表面温度差により、被加工物上に形成されたレジストパターンの縮小率がばらつくため、請求項4の発明では、前記高温ベーク処理時に前記被加工物に生じる温度差分

10

20

30

40

50

布に応じて生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する。

【0018】すなわち、設定温度よりも高くなる領域は設定温度よりも温度が高い分レジストパターンがだれる量が目的とする量よりも大きくなるので縮小量が大きくなり、逆に設定温度よりも低くなる領域は設定温度よりも温度が低い分レジストパターンがだれる量が目的とする量よりも小さくなるので縮小量が小さくなる。

【0019】したがって、設定温度よりも高くなる領域は、レジストの縮小量が余分に大きくなるので、第2の露光量を温度差に応じて多くするように補正することによりレジストの耐熱性を上げ、目的とする縮小量となるように調整する。逆に、設定温度よりも低くなる領域は、レジストの縮小量が不充分となるので、第2の露光量を温度差に応じて少なく補正することによりレジストの耐熱性を下げ、目的とする縮小量となるように調整する。

【0020】このように、前記高温ベーク処理時に生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように第2の露光量を予め定めた所定の領域ごとに補正することにより、高温ベーク後のレジストパターンにおいて、同じ縮小率に設定されたパターンを同じ縮小率で形成することができる。

【0021】また、形成したパターンをマスクとして用いてエッチングするエッチング処理などの製造プロセスを構成する種々の工程での要因によって、最終的に得られる被加工物上のレジストパターンの縮小率がばらつくことがある。そのため、請求項5の発明では、製造プロセスを構成する種々の工程での要因の総和に起因して最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する。

【0022】すなわち、請求項5の発明では、高温ベーク時に生じる被加工物の表面温度差に起因する縮小率のバラツキ、エッチング時に部分的にエッチングの進み具合が異なることに起因するパターン寸法の部分的な変形寸法誤差のバラツキなど、製造プロセスを通して生じた寸法誤差を相殺する様に、第2の露光量を補正し、最終的に得られる被加工物上に形成されたパターン面内において、同じ縮小率に設定されたパターンをほぼ同じ縮小率で形成することができる。

【0023】なお、上記請求項4および請求項5における第2の露光量の補正は、前記第2の露光時に第2の露光量に補正量を加算して行うようにしてもよいし、第2の露光量を与えた後に、補正量に相当する分の露光量を別に与えるようにしてもよい。

【0024】なお、請求項6に記載したように、本発明のレジストパターンの形成方法は、露光光として、例えば、KrFエキシマレーザ光源による波長248nmの

ディープUV光等のUV光を用い、レジストとして、例えば、KrF用のポジレジストなどのUV光用レジストを用いた場合に特に有効である。

【0025】また、レジストの縮小率は高温ベーク時の温度によっても変化するため、請求項7の発明では、表面にレジストが塗布された被加工物のレジストに対し、パターンを形成するための第1の露光量を与えるパターン露光を行った後、現像してレジストパターンを形成し、前記レジストパターンにレジストパターンの縮小率を調整する第2の露光量を与える露光を行った後、レジストがフローする温度でベーク処理を行う際に、ベーク処理温度を調整することにより、高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率をさらに調整する。

【0026】このように、第2の露光量とベーク処理温度を調整することにより、一層細かくレジストパターンの縮小率を調整することが可能となる。なお、請求項7においても、上記請求項2から請求項6に記載した発明と同様に、パターン露光及び第2の露光量をそれぞれ制御してもよい。

【0027】また、上記請求項1から請求項7に記載のレジストパターンの形成方法は、例えば、ステッパーなどの逐次露光装置を用いて行うことができるが、請求項8に記載したように、被加工物の全面に均一強度の光を照射する露光光学系と、前記露光光学系と前記被加工物の間に設けられると共に、前記被加工物の所定の領域ごとに予め定めた所定の縮小率に対応した第2の露光量となるように透過率を調整したフィルタと、を備えた全面露光型の一括露光装置を用いて行うことができる。

【0028】この構成の露光装置によれば、一回の露光で、全てのパターンを同時に、所望の縮小率となるように露光できるので、スループット性が良好で好ましい。また、フィルタを交換するだけで、その都度各領域ごとに必要な露光量に合わせた露光を行えるという比較的簡単な構成であるという利点もある。なお、従来から用いられている一括露光装置を転用して請求項8の露光装置を構成できるので、設備コスト的にも低く抑えられ、好ましい。

【0029】また、フィルタは、請求項4のように前記高温ベーク処理時に生じる縮小率の誤差分布が相殺されるように第2の露光量を予め定めた所定の領域ごとに補正する場合は、請求項9に記載したように、前記被加工物の所定の領域ごとに高温ベーク処理時に前記被加工物に生じる温度差分布に応じて生じる縮小率の誤差分布が相殺される露光量となるように透過率が補正されているものとするよい。

【0030】また、フィルタは、請求項5のように最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺されるように、前記被加工物の予め定めた所定の領域ごとに前記第2の露光量を補正する場合は、請求項10に記載したように、前記被加工物の所定の領域ごと

に最終的に被加工物に形成されるパターンの縮小率の誤差分布が相殺される露光量となるように透過率が補正されているものとするといふ。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、図1から図4を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。本実施の形態は、光源としてKrFエキシマレーザを使用し、レジストとして、例えば、UV用レジストの一種でありKrF用の化学増幅型ポジレジストであるTDUR-P015(商品名;東京応化工業株式会社製)を用いてレジストにコンタクトパターンを形成する場合に本発明のレジストパターンの形成方法及び露光装置を適用したものである。

【0032】(第1の実施の形態)まず、図1(A)に示すように、ウエハ基板の表面にエッチング対象となる被加工膜としてシリコン酸化膜(SiO₂膜)12を形成し、このSiO₂膜12の表面にTDUR-P015を膜厚が、例えば、1.0μm程度となるように塗布し、レジスト膜10とする。

【0033】次に、図2に示すような構成のステッパー(逐次露光装置;図2参照/詳細は後述する)30を用いて露光単位領域毎に、例えば、波長248nmのディープUV光により、図1(B)に示すように、パターン露光を行う。このとき、レジスト膜10には、縮小対象領域に対しては最終的に必要なパターン寸法より縮小率に合わせて大きくした寸法、例えば、0.25μm程度の円形パターンが露光され、非縮小対象領域には最終的に必要な寸法、例えば、0.35μm程度の円形パターンが露光されている。

【0034】また、このときレジスト膜10に与える露光量は、例えば、20mJ/cm²程度であり、この露光量は現像後にレジスト膜10がパターン形成するのに十分な露光量(すなわち、第1の露光量)である。なお、図1(B)では説明のためウエハの上方に第1レチクル36を配置したように図示しているが、実際には、第1レチクル36は後述の図2に示すように投影光学系34と縮小光学系38の間に配置している。

【0035】ここで、露光に用いるステッパー30について図2を参照して簡単に説明する。このステッパー30は、大別して、KrFエキシマレーザ光源32、投影光学系34、第1レチクル36、縮小光学系38、X-Yステージ40、及び制御部42から構成されている。

【0036】KrFエキシマレーザ光源32は、例えば、波長248nmのディープUV光を一樣な強度で照射する。投影光学系34は、KrFエキシマレーザ光源32からのUV光が第1レチクル36に照射される様に導く。なお、図2では、投影光学系34を1つのレンズで表しているが、1つに限らず複数のレンズから構成してもよい。

【0037】第1レチクル36には、回路パターンが形成されており、本実施の形態では、縮小対象領域のコン

タクトパターンは最終的に必要な寸法より縮小率に合わせて大きくした寸法のコンタクトパターンとして形成され、非縮小対象領域のパターンは最終的に必要な寸法のコンタクトパターンとして形成されている。この第1レチクル36は交換可能であり、本実施の形態では、後述するが第2の露光時には第2の露光用の第2レチクル37を使用する。

【0038】縮小光学系38は、第1レチクル36を通じたUV光を露光単位領域寸法となるように縮小してX-Yステージ40上に載置されたウエハに照射する。X-Yステージ40はX方向とY方向の直交する2方向に移動可能であり、制御部42からの指示に基づいて移動する。この移動は、制御部42から現在露光している露光単位領域に対する露光が終了したと指示があると、次の露光単位領域にKrFエキシマレーザ光源32からのUV光が照射されるように、露光単位領域を移動単位として行う。制御部42は、KrFエキシマレーザ光源32のオンオフ制御を行うことによりUV光の照射時間を調整し、かつ、図示しない位置検出センサからの位置情報に基づいてX-Yステージ40の移動制御を行う。

【0039】このような構成のステッパー30により、ウエハ14の各露光単位領域に対するパターン露光がすべて終了すると、ウエハ14をステッパー30から取り外してレジストをアルカリ水溶液で現像する。これにより、露光された領域のレジストが取り除かれ、図1

(C)に示すように、縮小対象領域には最終的に必要なパターン寸法より縮小率に合わせて大きくした寸法である、例えば、直径0.25μm程度のコンタクトパターン22aが形成され、非縮小対象領域には最終的に必要な寸法である、例えば、直径0.35μm程度のコンタクトパターン20が形成される。

【0040】次に、現像後のウエハ14を再び上述のステッパー30にセットし、非縮小対象領域のみにUV光が照射されるようにパターンが形成された第2レチクル37を第1レチクル36の代わりにセットして、図1

(D)に示すようにUV光により露光する。ここでは、このときのUV光露光量、すなわち、第2のUV光露光量を、例えば、3.3mJ/cm²以上等のように、レジスト膜10を構成するTDUR-P015の耐熱性が向上してレジストパターンが縮小しなくなる量とする。

【0041】露光終了後、ウエハ14をステッパー30(図2参照)から取り外して135℃60秒での高温ベーク処理を行う。この高温ベーク処理により、例えば、図1(E)に示すように、第2の露光量が与えられていない縮小対象領域に形成された前記直径0.25μm程度のコンタクトパターン22aは縮小して、直径0.1μm程度のコンタクトパターン22bとなる。また、第2の露光量が与えられた非縮小対象領域に形成されたパターンは縮小せずに、直径0.35μmのコンタクトパターン20のままである。非縮小対象領域のレジストパ

10

20

30

40

50

ターンには、135℃60秒での高温ベーク処理時の温度に対して十分な耐熱性を有する第2の露光量を与えられているため、ほぼパターン露光通りの寸法のパターンが得られる。

【0042】すなわち、本第1の実施の形態でレジストとして使用したTDUR-P015は、図3の各ポイントが変形で記されたグラフに示すように、第2の露光量の量によって135℃60秒での高温ベーク処理後の径寸法が異なる。すなわち、第2の露光量が3.3mJ/cm²程度以上となると135℃60秒での高温ベーク処理時の温度に対して十分な耐熱性を有するようになるので円形パターンの径寸法が、第2露光を行わずに90℃60秒で通常ベーク処理して得られた通常プロセスでの円形パターンの径寸法(図3中では三角が記された位置の値)とほぼ同じとなる。

【0043】これに対し、第2の露光量が3.3mJ/cm²程度より少ない量であると感光が不充分であるため、高温ベーク処理時の温度に対して耐熱性が不充分となる。すなわち、第2の露光量が0mJ/cm²以上、2.7mJ/cm²程度であると、第2の露光量を与えずに135℃60秒で高温ベーク処理して得られたプロセスでの円形パターンの径寸法(図3中では正方形が記された位置の値)とほぼ同じとなる。また、第2の露光量が2.7mJ/cm²程度から3.3mJ/cm²程度までの間はほぼ比例的に耐熱性が上がるため、ほぼ比例的に縮小率が小さくなって最終的に得られる円形パターンの径寸法も与えられる第2の露光量の大きさに比例して大きくなる。

【0044】また、第2の露光量は、比較的大きな領域に与えられることができればよく、パターン露光時に用いたステッパー30等のように高解像度の露光装置を用いて第2の露光量を与える必要はない。そのため、パターン露光を行ったステッパー30とは別の比較的低解像度の別の露光装置により第2の露光を行うようにすることもできる。

【0045】すなわち、KrFエキシマレーザを備えた露光装置は、現段階では最新型の露光装置であるため、設備コストなどの点から数量が限定される傾向にある。したがって、最も可動率が高くなる。このことより、パターン露光はKrFエキシマレーザを備えた露光装置を用い、第2の露光量は可動率の低い他の機種の露光装置を用いて与えることにより、可動率の高い露光装置に対する負荷が軽減され、効率的に処理することが可能となる。

【0046】なお、このときに使用する露光装置の光源としては、レジストが感光する光を照射するものであればよく、パターン露光での光と異なってもよい。例えば、上述のTDUR-P015は、i線をよっても感光するため、i線を照射する露光装置により第2の露光量を与えるようにすることも可能である。また、パター

ン露光で用いた単波長光源でなく、パターン露光で用いた単波長域を含む広帯域の光を照射するものでもよい。

【0047】なお、本実施の形態では、レジスト膜10を構成する材質としてTDUR-P015を用いた場合について説明したが、第2の露光量を与えることにより耐熱性が向上する性質のレジストであれば、TDUR-P015に限らず、例えば、TDUR-P007(商品名;東京応化工業株式会社製)、TDUR-P442(商品名;東京応化工業株式会社製)、SEPR402R(商品名;信越化学工業株式会社製)、DX3200P(商品名;クラリアントジャパン株式会社製)等の他の種類のレジストを使用できる。

【0048】もちろん、使用するレジストの種類によって第2の露光量に対応するパターンの縮小率が異なるので、各々UV光露光量と縮小率との関係とに基づいて最適なUV光露光量となるように調整すればよい。

【0049】このように、本第1の実施の形態によれば、異なる径寸法のコンタクトパターン、例えば、直径0.2μm程度以下で直径0.05μm程度までのコンタクトパターン等のように、解像限界以下の小さな寸法のコンタクトパターンと、例えば、直径0.2μm程度以上のコンタクトパターン等のように、解像限界よりも大きく露光により十分形成できる寸法のコンタクトパターンとをパターンが劣化することなく同時に形成できる。

【0050】(第2の実施の形態)図3の説明で上述したように、本第1の実施の形態でレジストとして使用したTDUR-P015は、第2の露光量が2.7mJ/cm²程度から3.3mJ/cm²程度までの間はほぼ比例的に耐熱性が上がるため、第2の露光量に対してほぼ比例的に縮小率が小さくなり、最終的に得られる円形パターンの径寸法も第2の露光量の大きさに比例して大きくなる。

【0051】本第2の実施の形態では、上記第1の実施の形態において、第2の露光量を与えた後に、ウエハ基板全面に、耐熱性が変化し始めるUV光露光量以上で、かつ、完全に耐熱性が向上する露光量以下のUV光露光量、例えば、2.7mJ/cm²程度から3.3mJ/cm²程度までの第3の露光量を与える。

【0052】この第3の露光量は、第2の露光量を与えられていない縮小対象領域のレジストに対して与えることで、高温ベーク処理での縮小率を細かく調整する。すなわち、第3の露光量を、2.7mJ/cm²程度から3.3mJ/cm²程度の間で制御することにより、高温ベーク処理温度での縮小対象領域のレジストの耐熱性が変わるので、高温ベーク処理後の縮小対象領域内のコンタクトパターンの縮小率を細かく調整することが可能である。

【0053】なお、非縮小対象領域は高温ベーク処理時にパターンが縮小しないように第2の露光量を与えられ

10

20

30

40

50

ているので、第3の露光量が与えられても高温ベーク処理時にパターンが縮小しないことには変わりがない。したがって、第3の露光量は、非縮小対象領域を覆うようにパターン形成されたレチクルを使用して与える必要がない。

【0054】また、第3の露光量は、例えば、図3に示すように、予めUV光の露光量と最終的に得られる寸法又はパターンの縮小率の関係を調べておき、得られた関係に基づいて、最終的に必要なパターン寸法となるように決定する。

【0055】ここでは、例えば、 $2.8\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 程度の第3の露光量をレジストパターンに与えた後、 135°C 60秒での高温ベーク処理を行った。この高温ベーク処理により、非縮小対象領域に形成されたパターンは縮小せずに、直径 $0.35\text{ }\mu\text{m}$ 程度のコンタクトパターン20のままとなるが、縮小対象領域に形成された直径 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 程度のコンタクトパターンは上記第1の実施の形態と比較して縮小量が若干減って、例えば、直径 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ 程度のコンタクトパターンとなる。なお、その他は上記第1の実施の形態と同様であるので説明は省略する。

【0056】このように、本第2の実施の形態によれば、異なる径寸法のコンタクトパターン、特に、解像限界以下の小さな寸法のコンタクトパターンと解像限界に達しない大きな寸法のコンタクトパターンとをパターンが劣化することなく良好に形成できるだけでなく、確実に所望の寸法に形成できる。

【0057】(第3の実施の形態) 高温ベーク処理時に、ベークプレートに部分的な温度むらが生じてベークプレート上に載置されたウエハ面内で部分的に $\pm 5^\circ\text{C}$ 程度の温度差が生じてしまうことがある。図4に示すように、高温ベーク処理時のレジストパターンの縮小率の 130°C から 135°C の 5°C 間で大きく変動するため、 135°C での高温ベーク処理においては同じパターンでもウエハ面内の位置に依存して縮小率が大幅に変わってしまい、図5に示すように、最終的に得られるコンタクトパターンの直径寸法がウエハ面内の位置によりばらついてしまうことがある。

【0058】そのため、第3の実施の形態では、図5に示すような高温ベーク処理時のウエハ面内に生じる温度差分布を予め求めておき、図4に示すように温度差分布に基づいて生じる縮小率の誤差を相殺するように、各単位領域毎に与える露光量を補正する。

【0059】すなわち、図6(A)に示すように、 135°C で60秒高温ベーク処理終了後のウエハ面内では、目的とする縮小量よりも多く縮小してしまう部分が存在し、部分的に設計した寸法よりも小さくなる領域(粗い斜線部分、細かい斜線部分及び黒塗り部分)が形成される。なお、図6(A)では、粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に縮小率が大きくなり、形成され

るコンタクトパターン径が粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に小さくなっている。

【0060】したがって、高温ベーク処理前に、図6(B)に示すように、補正のための露光を行う。このときの露光は単位露光領域毎に行い、図6(A)に対応するように、粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に補正露光量を多くする。このときの補正量は、その領域の高温ベーク温度に対する誤差温度と縮小率の変動量に基づいて決定される。なお、白地で示した領域は補正の必要がないので補正のための露光処理は行わない。

【0061】これにより、高温ベーク処理終了後には、図6(C)に示すように、1つのウエハ面内においてほぼ寸法縮小量が均一となり、1つのウエハ面内においてほぼ基準寸法通りの複数のパターンが得られる。なお、この補正のための露光は、パターン露光前に行ってもよいし、コンタクトパターン形成後に行ってもよい。

【0062】なお、ウエハ面内に生じるばらつき要因として高温ベーク処理温度のばらつきの他にウエハ上に積層形成した各膜の膜厚バラツキなども挙げられるが、各膜の膜厚バラツキなどのその他のばらつき要因に基いたウエハ上の位置と縮小率との関係を予め求めておけば、上記と同様にして1つのウエハ面内においてほぼ寸法縮小量が均一となるようにすることが可能である。

【0063】このように、第3の実施の形態では、ウエハ面内に生じる各種ばらつき要因に応じて露光量を補正するため、高温ベーク処理後のウエハ面内のパターンの縮小率をほぼ均一に揃えることができ、パターンの寸法均一性を向上させることができる。

【0064】(第4の実施の形態) 第4の実施の形態は、上記第3の実施の形態の応用であり、上記の補正を図7に示す構成の一括露光装置で行う。図7に示す構成の一括露光装置は、大別して、KrFエキシマレーザ光源32、投影光学系34、フィルタ44及びステージ48から構成されている。

【0065】KrFエキシマレーザ光源32は波長 248 nm のディープUV光を一樣な強度で照射する。投影光学系34は、KrFエキシマレーザ光源32からのUV光がフィルタ44に照射される様に導く。なお、図7では、投影光学系34を1つのレンズで表しているが、1つに限らず複数のレンズから構成してもよい。

【0066】フィルタ44は、1つのチップを形成する単位領域よりも小さい単位領域毎に透過率が調整されている。すなわち、図8(A)に示すように、 135°C で60秒高温ベーク処理終了後のウエハ面内では、目的とする縮小量よりも多く縮小してしまう部分が存在し、部分的に基準寸法よりも小さくなる領域(粗い斜線部分、細かい斜線部分及び黒塗り部分)が形成される。なお、図8(A)では、粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に縮小率が大きくなる。

【0067】したがって、図8(B)に示すように、フ

10

20

30

40

50

フィルタ44の透過率を粗い斜線部分、細かい斜線部分、黒塗り部分の順に大きくする。なお、白地で示した領域は補正の必要がないので遮光領域とする。

【0068】このように透過率を調整したフィルタ44により補正のための露光を行なった後、135℃で60秒高温ベーク処理を行うことにより、図8(C)に示すように、1つのウエハ面内においてほぼ寸法縮小量が均一となり、1つのウエハ面内においてほぼ基準寸法通りの複数のパターンが得られる。なお、この補正のための露光は、パターン露光前に行ってもよいし、コンタクトパターン形成後に行ってもよい。

【0069】また、第4の実施の形態の一括露光装置では、光源としてKrFエキシマレーザ光源32を用いる構成としているが、KrFエキシマレーザ光源32に限らず、レジストが感光する光を照射する光源であればパターン露光での光と異なってもよい。もちろん、上記第1の実施の形態と同様に、i線を照射する光源やパターン露光で用いた単波長域を含む広帯域の光を照射する光源などを使用することができる。

【0070】このような構成の一括露光装置を用いることにより、スループットが大幅に向上する。もちろん、一括露光装置の構成も比較的簡易であるので、一括露光装置を製造するためのコストもかからないという利点がある。

【0071】(第5の実施の形態) また、最終的に得られるSiO₂膜12(図1参照)のパターン寸法が図9(B)に示すように、1つのウエハ面内で場所により大きくばらつく場合がある。これは形成したレジストパターンをマスクとして下層のSiO₂膜12(図1参照)をエッチングするエッチング処理などの他のプロセスでの要因に起因している。

【0072】したがって、第5の実施の形態では、最終的に得られる1つのウエハ面内での寸法ばらつきが相殺されるように、各単位領域毎に与える露光量を補正する。

【0073】例えば、ベークプレート内の温度差に起因する縮小率のばらつきを補正するための露光を行わないで高温ベーク処理を行った後のウエハ面内に、図9(A)に示すように、部分的に基準寸法よりも小さくなる領域(粗い斜線部分、細かい斜線部分及び黒塗り部分)が形成され、更に、形成したレジストパターンをマスクとして下層のSiO₂膜12をエッチングした場合、最終的に得られるSiO₂パターンの寸法に、図9(B)に示すような寸法ばらつきが生じるとする。

【0074】この場合、高温ベーク処理を行った後の縮小分布が図9(B)に示す最終的な寸法ばらつき分布を相殺するように、ウエハ面内の縮小率のばらつき分布(図9(D))を決定し、図9(A)に示すベークプレート内の温度差に起因する縮小率のばらつき分布が、図9(D)に示す縮小率のばらつき分布になるように、縮

小率のばらつきを補正するための露光量(図9(C))を決定する。

【0075】このように縮小率のばらつきを補正するための露光量(図9(C))を調整することにより図9(E)に示すように、プロセス終了後の1つのウエハ面内においてほぼ寸法縮小量が均一となり、1つのウエハ面内においてほぼ基準寸法通りの複数のパターンが得られる。なお、この補正のための露光は、上述の第1の実施の形態で説明したステッパ30により行ってもよいし、第4の実施の形態で説明した構成の一括露光装置で行うようにしてもよい。

【0076】なお、上記第1の実施の形態から第5の実施の形態では、形成するパターンを全てコンタクトパターンとして説明したが、もちろん、埋め込み配線パターンなどを形成する際のレジストパターンなどのように、他の種類のパターンにも本発明は適用することが可能である。

【0077】上記第1の実施の形態から第5の実施の形態では、高温ベーク処理温度を135℃としたが、高温ベーク処理温度は特にこの温度に限定されるわけではなく、レジストの種類等によって適宜変更できる。また、第2の露光量と第3の露光量の少なくとも一方を調整するだけでなく、高温ベーク処理温度を調整することによってもレジストパターンの縮小率を調節できるので、レジストパターンの縮小率の制御を目的として高温ベーク処理温度を変更してもよい。第2の露光量と第3の露光量の少なくとも一方の調整と共に、高温ベーク処理温度の調整との両方を制御することにより、より精密に縮小率を調節することが可能である。

【0078】また、上記第1の実施の形態から第5の実施の形態では、KrFエキシマレーザ光源を用いて露光を行う場合について説明しているが、使用する露光光の種類に対応して使用が決定されるレジストが感光量に応じてベーク温度に対する耐熱性を変化させる性質を持つものであれば、例えば、ArFエキシマレーザ光源を用いて露光を行う場合等にも応用することができる。

【0079】なお、上記第1の実施の形態から第5の実施の形態で挙げたコンタクトパターンのサイズは、全て一例であり、本発明はこれらのサイズに限定されるものではなく、目的に応じてコンタクトパターンのサイズを適宜選択することができる。また、コンタクトパターンが縮小率も全て一例であり、使用するレジストの種類により変動する値であることはいうまでもない。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1、請求項2、請求項3及び請求項6に記載の発明によれば、解像限界以上の比較的大きな寸法のパターンと解像限界以下の微細寸法のパターンの両方を同時に形成でき、かつ、形状が劣化することなく良好に形成されたレジストパターンが得られる、という効果が得られる。

【0081】また、請求項4の発明によれば、高温ベーク処理時にベークプレートなどの加熱体の加熱状態等に起因して1つのウエハ面内で温度差が生じた場合でも1つのウエハ面内での縮小率をほぼ同じように揃えることができる、という効果が得られる。

【0082】更に、請求項5の発明によれば、高温ベーク処理以外の他のプロセス要因などにより1つのウエハ面内に生じる寸法ばらつきを補正して1つのウエハ面内での縮小率をほぼ同じように揃えることができる、という効果が得られる。

【0083】また、請求項7の発明によれば、より精密に高温ベーク時のパターンの縮小率を調整することができる、という効果が得られる。

【0084】請求項8から請求項10の発明によれば、比較的簡単な構成であり、露光装置を製造するためのコストもかからないだけでなく、第2の露光、第3の露光及び補正のための露光を行えるので、KrFエキシマレーザを光源とした可動率の高い露光装置の負荷を軽減できる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のレジストパターンの形成方法を示すフロー図である。

【図2】第1の実施の形態で使用したステッパーの概略構成を示す説明図である。

【図3】第2の露光量と135℃60秒で高温ベーク処理後のコンタクトパターン形との関係を示すグラフである。

【図4】ベーク温度と得られるコンタクトパターン径との関係を示すグラフである。

【図5】ウエハ中心を原点(0,0)とし、原点を中心として40mm四方の矩形領域内において、高温ベーク処理時に生じるコンタクトパターン寸法分布を示す図である。

【図6】(A)は135℃で60秒高温ベーク処理したときのウエハ面内での寸法分布を示す図であり、(B)は図6(A)に基いて決定したウエハ面内での補正露光量の分布を示す図であり、図6(C)は図6(B)の補正露光量を与えてから高温ベーク処理した後のウエハ面内での寸法分布を示す図である。

【図7】第4の実施の形態で使用した一括露光装置の概略構成を示す説明図である。

【図8】(A)は135℃で60秒高温ベーク処理したときのウエハ面内での寸法分布を示す図であり、(B)は図8(A)に基いた補正露光量に応じて決定されたフィルタの透過率の分布であり、(C)は図8(B)のフィルタにより調節された補正露光量を与えてから高温ベーク処理した後のウエハ面内での寸法分布を示す図である。

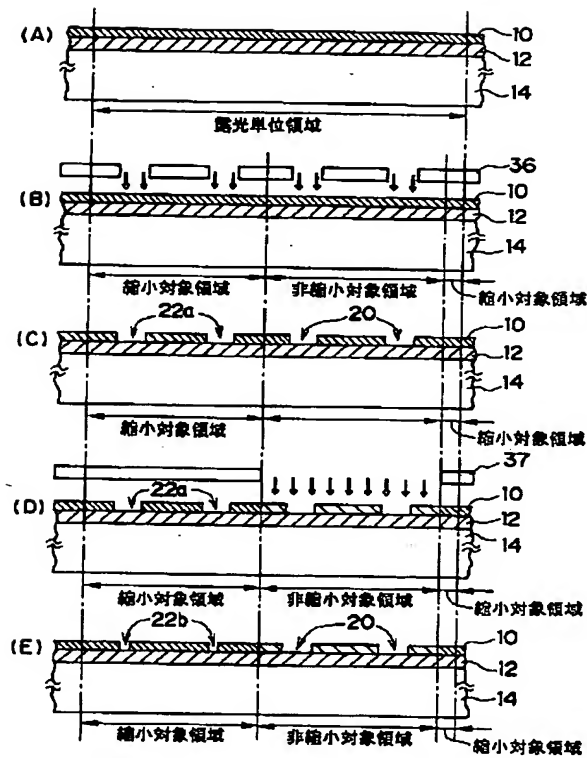
10 【図9】図9(A)はベークプレート内の温度差に起因するレジストパターンの縮小率のばらつき分布を示す図であり、(B)は図9(A)のレジストパターンを用いてエッチングした後のウエハ面内に生じる寸法ばらつき分布を示す図であり、(C)はエッチングした後のウエハ面内に生じる寸法ばらつきをなくすように調整した補正露光量分布を示す図であり、(D)は図9(C)の補正露光量を与えてから高温ベーク処理して得られるレジストパターンの縮小率のばらつき分布を示す図であり、(E)は図9(D)のレジストパターンを用いてエッチングした後のウエハ面内に生じる寸法ばらつき分布を示す図である。

20 【図10】従来のレジストパターンの形成方法で露光解像度以下の寸法のコンタクトパターンと露光解像度よりも大きな寸法のコンタクトパターンとを同時に形成した場合のパターンの形状劣化を説明する図である。

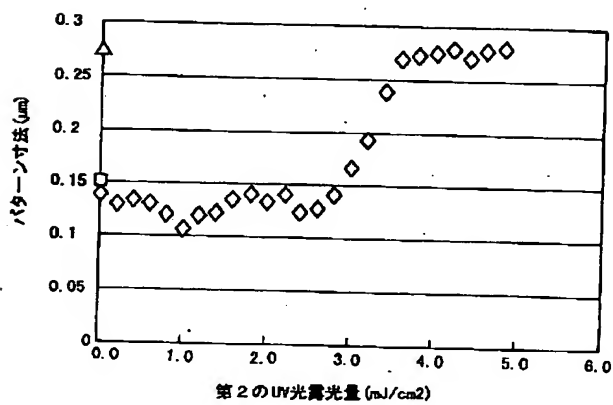
【符号の説明】

- | | | |
|------------|--------------------|--|
| 10 | レジスト膜 | |
| 12 | SiO ₂ 膜 | |
| 14 | ウエハ | |
| 20、22a、22b | コンタクトパターン | |
| 30 | ステッパー | |
| 32 | エキシマレーザ光源 | |
| 34 | 投影光学系 | |
| 36 | 第1レチクル | |
| 37 | 第2レチクル | |
| 38 | 縮小光学系 | |
| 40、48 | ステージ | |
| 42 | 制御部 | |
| 44 | フィルタ | |

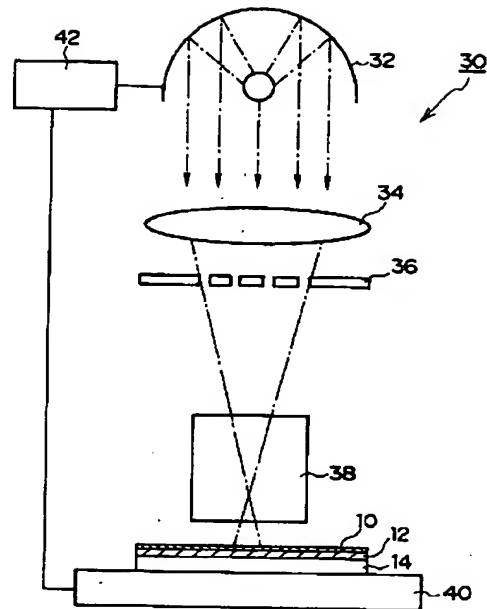
【図1】



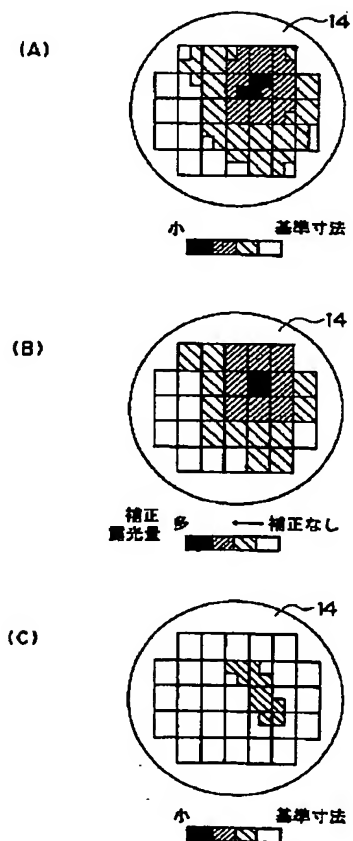
【図3】



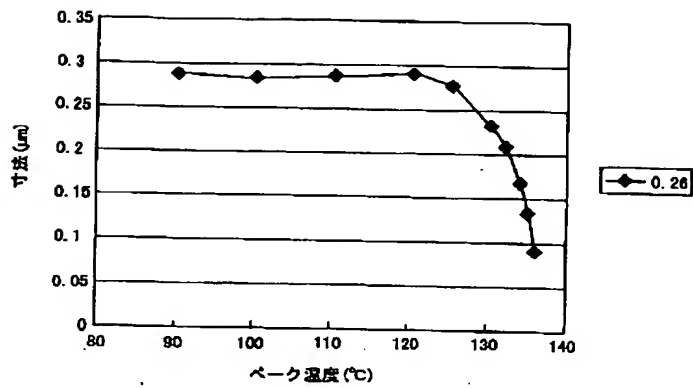
【図2】



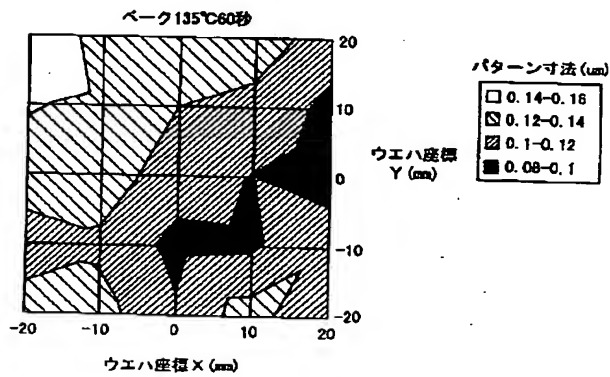
【図6】



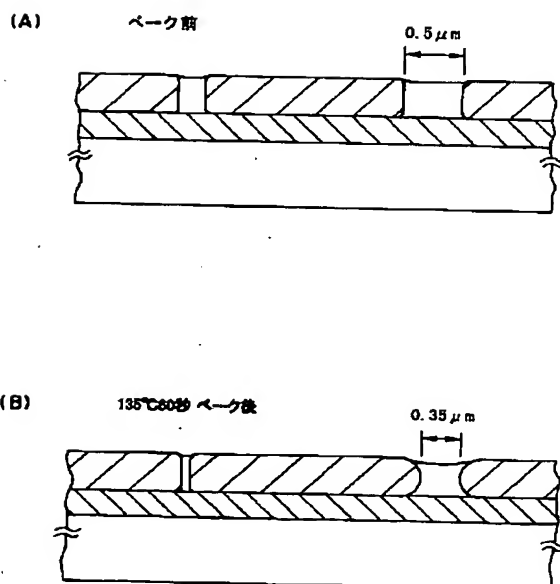
【図 4】



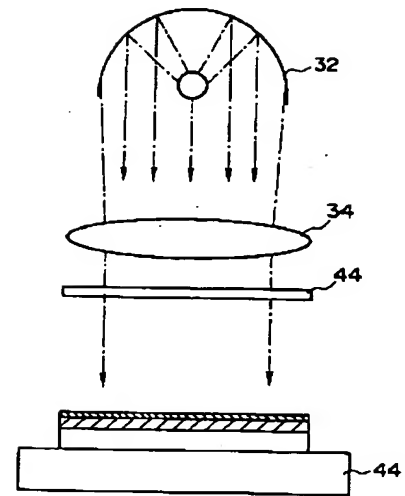
【図 5】



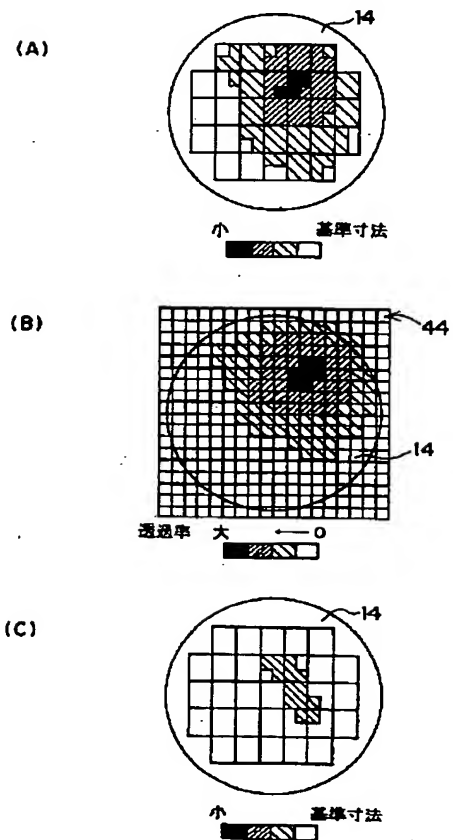
【図 10】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

